



LUND UNIVERSITY

Funktionskrav mot brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem - en förstudie med principexempel

Jensen, Lars

2007

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Jensen, L. (2007). *Funktionskrav mot brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem - en förstudie med principexempel*. (TVIT; Vol. TVIT-7010). Avd Installationsteknik, LTH, Lunds universitet.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Funktionskrav mot brandgas-spridning mellan brandceller via ventilationssystem - en förstudie med principexempel

Lars Jensen

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2007
Rapport TVIT--07/7010



Lunds Universitet

Lunds Universitet, med nio fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 100 400 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 000 anställda och 41 000 studerande som deltar i ett 90-tal utbildningsprogram och ca 1000 fristående kurser erbjudna av 88 institutioner.

Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat.

Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmda hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rökspredning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmesystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

Funktionskrav mot brandgas- spridning mellan brandceller via ventilationssystem - en förstudie med principexempel

Lars Jensen

© Lars Jensen, 2007

ISRN LUTVDG/TVIT--07/7010--SE(26)

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
22100 LUND

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
	Bakgrund	5
	Avgränsning	6
2	Samband för förorening mellan volym, dos och nivå	7
3	Metod för FT-system	9
	Doskrav för FT-system	9
	Nivåkrav för FT-system	11
	Åtgärder för FT-system	11
4	Metod för F-system	13
	Dos- och nivåkrav för F-system	13
	Åtgärder för F-system	13
5	Principexempel	15
	Fall 0 – Basfall	15
	Fall 1 – Basfall med återluft	16
	Fall 2 – Basfall med underluft till korridor	16
	Fall 3 – Basfall med nervarvad ventilation	16
	Fall 4 – Basfall med nerstrykt ventilation	17
	Fall 5 – Basfall med kort uppehållstid	17
	Fall 6 – Basfall med variabelt tilluftsdon	17
	Fall 7 – Basfall med variabelt frånluftsdon	18
	Fall 8 – Basfall med forcerad ventilation	18
	Fall 9 – Basfall med ändrade dontryckfall	18
	Fall 10 – Basfall med tryckavlastning	19
	Fall 11 – Basfall med sprinkler ₁	19
	Fall 12 – Basfall med sprinkler ₂	19
	Fall 13 – Luftläckage till annat hotellrum	20
	Fall 14 – Luftläckage till annat hotellrum - backspjäll	20
	Fall 15 – Luftläckage till annat hotellrum - brandgasspjäll	21
	Fall 16 – Luftläckage till korridor	21
	Fall 17 – Basfall med stoppad ventilation	22
	Fall 18 – Basfall utan fördelningslåda med stängt tilluftsdon	22
	Fall 19 – Basfall utan fördelningslåda med stängd frånluft	23
	Fall 20-25 – Basfall utan fördelningslåda med spridning till flera rum	23
	Sammanställning och slutkommentar	23
6	Forskningsuppgifter och förväntat resultat	25

1 Inledning

Syftet med denna förstudie och arbetsrapport är att beskriva och demonstrera principen för en metod för att förändra, förbättra och förenkla dimensionering av skydd mot brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem från nuvarande BBR-krav för tillfredställande skydd mot brandgasspridning för fläktar i drift, vilket uttolkas med de två rådtexterna att *förhindra* brandgasspridning eller att *avsevärt försvåra* brandgasspridning.

Ett kompletterande och beräkningsbart funktionskrav mot brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem med fläktar i drift med avseende på personsäkerhet skall tas fram. Metodiken kan även tillämpas på andra krav som säker utrymning, ostörd processfunktion och begränsad egendomsskada eller annan brandgasspridning genom otätheter. Detta visas bland annat med ett flertal principexempel i avsnitt 5.

Bakgrund

BBR anger fyra sätt att förhindra brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem och de är följande:

1. Separata ventilationssystem för varje brandcell
2. Brandgasspjäll för varje brandcell
 - 3a. Tryckavlastning av brandcell och med fläktar i drift
 - 3b. Tryckavlastning av ventilationskanalsystem och med stoppade fläktar
 - 4a. Fläktar i drift F-system löses med rätt dimensionering
 - 4b. Fläktar i drift FT-system löses med dimensionering eller konvertering

Det svåra fallet är FT-system i drift, eftersom brandflödet utöver läckflödet endast behöver vara något större än det normala ventilationsflödet för att brandgasspridning skall inträffa, vilket innebär att redan en mindre brand kan ge upphov till brandgasspridning. Syftet med denna förstudie är att visa på hur funktionskrav mot brandgasspridning kan utformas och beräknas för ventilationssystem med fläktar i drift.

I nuvarande BBR finns det för fallet med fläktar i drift två rådtexter *förhindra* eller *avsevärt försvåra* brandgasspridning mellan olika brandceller via ventilationssystemet beroende på byggnadens utformning och verksamhet.

Dessa två rådtexter tillämpas på så sätt att för byggnader med tidvis sovande personer tillämpas kravet *förhindra*, medan kravet *avsevärt försvåra* tillämpas för övriga lokaler. Det strängare kravet *förhindra* tillämpas därför på bostäder, hotell och sjukhus.

Även om BBR nämns ovan är metoden allmängiltig och kan därför tillämpas på alla ventilerade byggnader. Detta gäller även brandgasspridning via otätheter i en byggnad, vilket kommer att visas.

Rådstexten *avsevärt försvåra* brandgasspridning saknar helt kvantifiering. Det kan i ett fall innebära om brandgasspridningen halveras uppstår en farlig situation ändå. Det kan i ett annat fall innebära att om inget alls görs uppstår det ändå inte en farlig situation.

Rådstexten *förhindra* brandgasspridning är ett hårt krav. Viss brandgasspridning sker för andra skyddsåtgärder än fläktar i drift såsom brandgasspjäll för varje brandcell, tryckavlastning av brandcell eller tryckavlastning av ventilationskanalsystem, eftersom dessa åtgärder kräver någon form av aktiv åtgärd genom att spjäll skall stängas eller öppnas eller att en fläkt skall startas eller stoppas. Detektering har en viss fördröjning och ställdon har en viss gångtid. Ett undantag är självverkande backspjäll, vilka har ingen fördröjning och ingen brandgasspridning bortsett från spjällläckage.

Det kan påpekas att i täta lokaler med FT-system och brandgasspjäll i både T-system och F-system kan spridningen bli nästan lika stor till T-system som till F-system. Detta beror på att brandgasspjäll inte är helt täta och att den brandutsatta lokalens tryck blir mycket högt i förhållande till ventilationssystemets trycknivåer med övertryck i T-system och undertryck i F-system. Endast spjäll i T-system minskar brandgasspridningen betydligt eller helt.

Separata ventilationssystem kan tyckas vara en helt säker metod, men en viss kortvarig brandgasspridning kan ske som för alla ventilationssystem via uteluften innan ventilationssystemet stoppas med inbyggd automatik.

Det sker också brandgasspridning på annat sätt inom en byggnad genom otätheter i bjälklag, innerväggar, genomföringar och dörrar. Det finns inga särskilda krav på den inre lufttätheten inte ens för brandcellsskiljande väggar som skall vara EI-klassade och inte EI-S-klassade. Ett undantag är att det finns krav på genomföringar. Det förutsätts att det inte finns några läckage genom byggnadsdelar. Lufttäthetskravet är numera 0.6 l/sm^2 vid en tryckskillnad på 50 Pa, vilket ersätter två äldre krav på 0.8 l/sm^2 för bostäder och 1.6 l/sm^2 för lokaler.

Avgränsning

Ett viktigt påpekande är att BBR gäller för brandgasspridning via ventilationssystem mellan olika brandceller, men inte inom en brandcell. Några exempel på brandceller med flera avskilda rum eller lokaler är till exempel kriminalvårdsavdelningar, sjukvårdsavdelningar och klassrum i skolbyggnader, vilka kan användas för tillfällig övernattning. Vilken säkerhetsnivå har man i dessa lokaler vid en brand? Det finns kanske ett behov för begreppet brandgascell utöver brandcell?

Den föreslagna metoden begränsas inte av en gränsdragning på vad som benämns brandcell utan metoden kan tillämpas helt fritt som till exempel på fallen nämnda ovan. Dimensioneringsmetodiken avser endast envolymbrandceller. Risken för brandgasspridning mellan brandceller bestående av flera volymer med lokala kanalsystem inom varje brandcell kan vid brand i en volym uppskattas till att vara ytterst liten. Det krävs orimligt höga brandtryck för att brandgasspridning skall kunna inträffa. Väggars, dörrars och fönsters hållfasthet överskrids och därmed tryckavlastas branden. Detta finns utrett i en arbetsrapport TVIT—06/7007.

2 Samband för förorening mellan volym, dos och nivå

Metoden bygger på att en beräknad föroreningsvolym sprids under en kort tid i förhållande till ventilationens luftomsättningstid. Detta innebär att föroreningsnivån med antagande om fullständig omblandning kan beräknas enkelt som:

$$c_s = V_c / V_s \quad (-) \quad (2.1)$$

där

c_s	föroreningsnivå, -
V_c	spridd föroreningsvolym, m ³
V_s	mottagande volym, m ³

Föroreningsnivån kan för detta nivåvärde som startvärde beräknas för en lokal med volymen V_s och ventilationsflödet q_s genom ren avklingning med antagande om fullständig omblandning på formen:

$$c(t) = c_s e^{-t/T} \quad (-) \quad (2.2)$$

$$T = V_s / q_s \quad (s) \quad (2.3)$$

där

T	ventilationens luftomsättningstid, s
-----	--------------------------------------

Föroreningsdosen från starten upptill tiden t kan beräknas genom integration av föroreningsnivån enligt (2.2), vilket blir följande:

$$C(t) = C_s (1 - e^{-t/T}) \quad (s) \quad (2.4)$$

$$C_s = c_s T \quad (s) \quad (2.5)$$

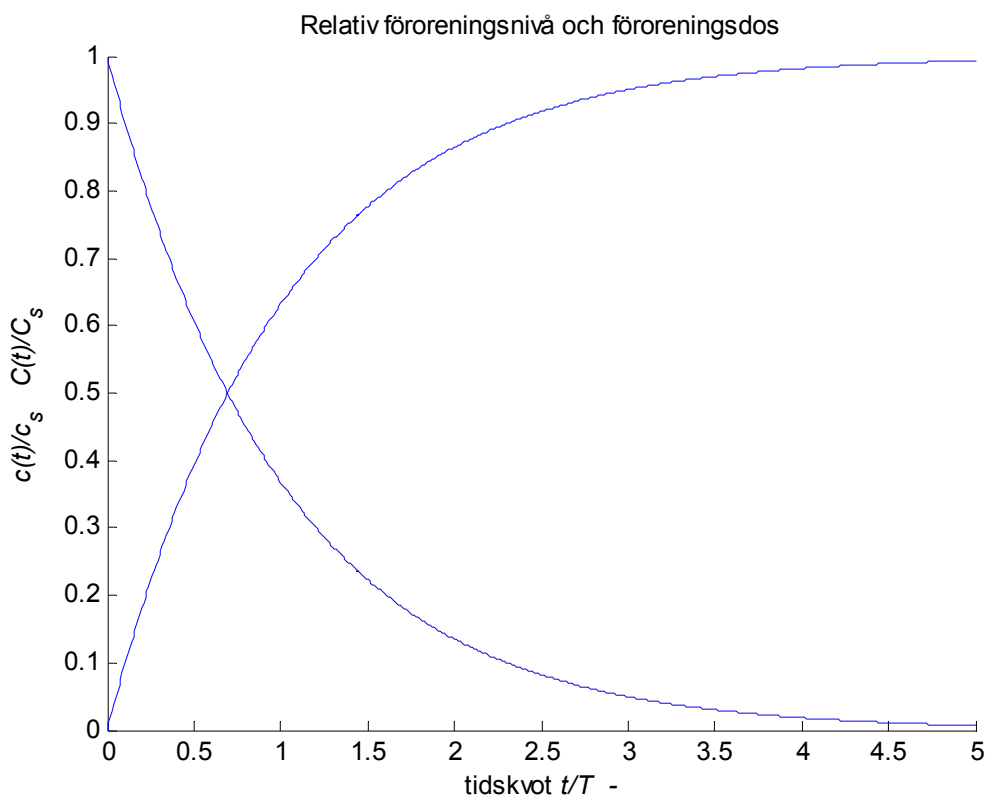
De relativa kvoterna för föroreningsnivå $c(t)/c_s = e^{-t/T}$ och föroreningsdos $C(t)/C_s = (1 - e^{-t/T})$ redovisas båda i Figur 2.1 som funktion av kvoten t/T .

Notera att den största dosen för oändlig tid blir just $C_s = c_s T$. Tidskvoterna $t/T = 1, 2$ och 3 ger doserna 0.63, 0.86 respektive 0.95 av den störst möjliga dosen. Det kan också påpekas att om tillförseln sker under en längre tid påverkar detta inte den största möjliga dosen, men det största nivåvärdet påverkas något. Denna reduktion av nivåvärdet c_s kan beräknas under antagande att tillförseln av föroreningsvolymen V_c sker jämnt fördelat under tiden t . En nivåreduktionsfaktor s_s införs enligt nedan och beräkningsuttrycken blir följande:

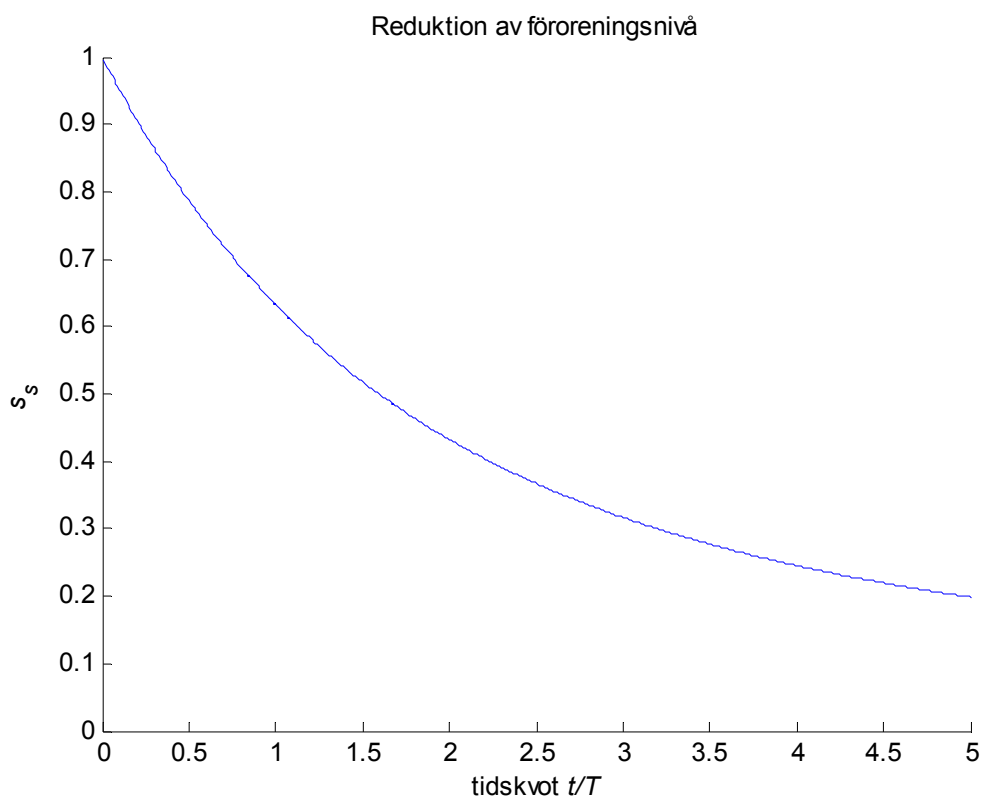
$$c_s(t) = s_s c_s = c_s (1 - e^{-t/T}) T / t \quad (-) \quad (2.6)$$

$$s_s = c_s(t) / c_s = (1 - e^{-t/T}) T / t \quad (-) \quad (2.7)$$

Nivåreduktionsfaktor s_s på grund av spridning under längre tid t enligt (2.7) redovisas i Figur 2.2 som funktion av kvoten t/T .



Figur 2.1 Relativ föroreningsnivå $c(t)/c_s$ och dos $C(t)/C_s$ som funktion av kvoten t/T .



Figur 2.2 Nivåreduktionsfaktorn s_s för spridning under tiden t som funktion av kvoten t/T .

3 Metod för FT-system

Normalt är doskravet det begränsande, men det finns föroreningar som under mycket kort exponeringstid leder mycket svåra personskador om ett visst nivågränsvärde överskrids. Detta innebär att både doskravet och nivåkravet måste kontrolleras.

Doskrav för FT-system

Doskravet kan skrivas som följer nedan där föroreningens mätsort har satts till ppm, men andra val är givetvis möjliga.

$$C_k > C_s = s_e s_t s_V V c / q_s \quad (\text{ppms}) \quad (3.1)$$

där

C_k	högsta tillåtna föroreningsdos, ppms
C_s	spridd föroreningsdos, ppms
s_e	exponeringsandel, -
s_t	spridningsandel till tilluft, -
s_V	spridningsandel för brandrumsvolym V , -
V	brandrumsvolym, m ³
c	medelföroreningsnivå i brandgaser, ppm
q_s	spridningsutsatt tilluftsflöde, m ³ /s

Modellen bygger på att brandgasspridning sker under en kort tidsperiod jämfört med ventilationens luftomsättningstid. Den brandgasvolym som sprids till tilluftssystemet kan efter nerkylning till normal temperatur anges som produkten $s_t s_V V$ med föroreningsnivån c .

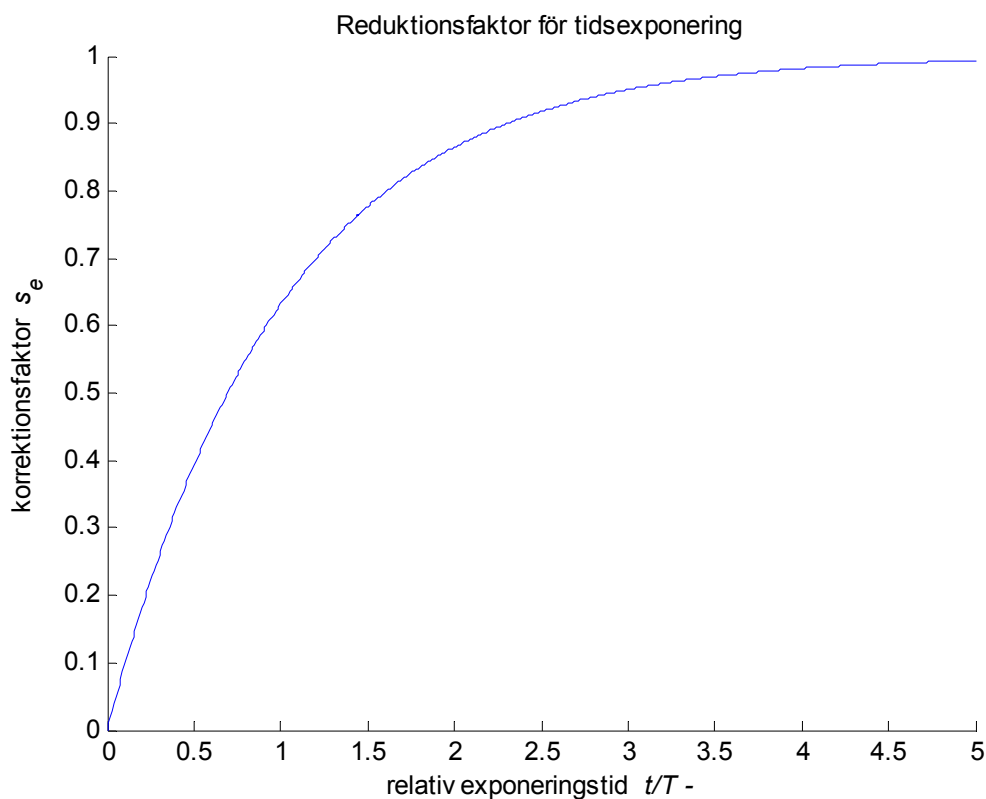
Högerledets täljare i (3.1) anger den spridda föroreningsvolymen och högerledets nämnare anger det bortventilerande flödet. Notera att den mottagande lokalens storlek har ingen betydelse. En fördubblad rumsvolym V_s till vilken spridning sker medför att startvärdet c_s halveras, men uppehållstiden eller ventilationens luftomsättningstid T fördubblas och därför blir dosen den samma. Det förutsätts att ventilationen är i normal drift.

Om exponeringen i de spridda brandgaserna avbryts efter en begränsad tid t i förhållande till ventilationens luftomsättningstid T minskas dosen med en korrektionsfaktor s_e som är ett tal med 0 och 1.

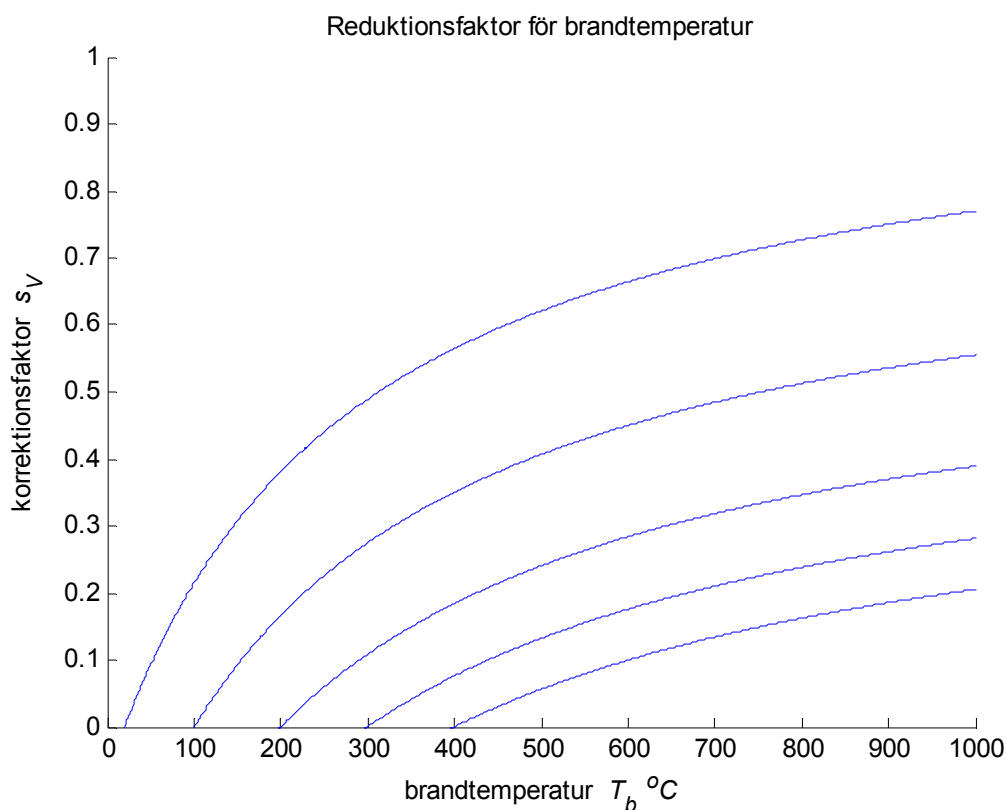
$$s_e = 1 - e^{-t/T} \quad (-) \quad (3.2)$$

Hur stor andel av brandrummets volym V som sprids bestäms av den normala temperaturen före branden T_n , den lägsta temperatur vid vilken spridning startar T_s och den högsta temperaturen T_b som brandrummet uppnår innan brandförloppet avtar. Ventilationens inverkan från tilluft och frånluft försummas, vilket ger en överskattning. Spridningsandelen för volymen anges med parametern s_V som är ett tal med 0 och 1 och beräknas enligt nedan och redovisas i Figur 3.2 som funktion av T_b för olika värden på T_s och med $T_n = 293$ K eller 20 °C. En uppvärmning från $T_n = T_s = 300$ K till $T_b = 600$ K ger $s_V = 0.5$.

$$s_V = T_n/T_s - T_n/T_b \quad (-) \quad (3.3)$$



Figur 3.1 Reduktionsfaktor s_e som funktion av relativ exponeringstid, kvoten t/T .



Figur 3.2 Reduktionsfaktor s_v enligt (3.3) som funktion av brandtemperatur T_b °C (slutspridningstemperatur) med $T_n = 20$ °C (normal temperatur) och startspridningstemperaturer $T_s = 20, 100, 200, 300$ och 400 °C.

Spridningsandelen till tilluft s_t är kvoten mellan en ekvivalent öppningsarean för brandrummets tilluft A_t och summan av alla brandrummets ekvivalenta öppningsareor för tilluft A_t , frånluft A_f , inre läckage A_i och yttre läckage A_y . Parametern s_t är ett tal med 0 och 1 och beräknas som:

$$s_t = A_t / (A_t + A_f + A_i + A_y) \quad (-) \quad (3.4)$$

Spridningsandelen till tilluft s_t är beroende av brandtrycket, dontryckfallen för tilluft och frånluft och läckaget. Antag att brandtrycket är p_b , dontryckfallen är lika stora Δp och de relativa läckareorna är a . De tre utflödena från brandrummet vid spridning kan skrivas som:

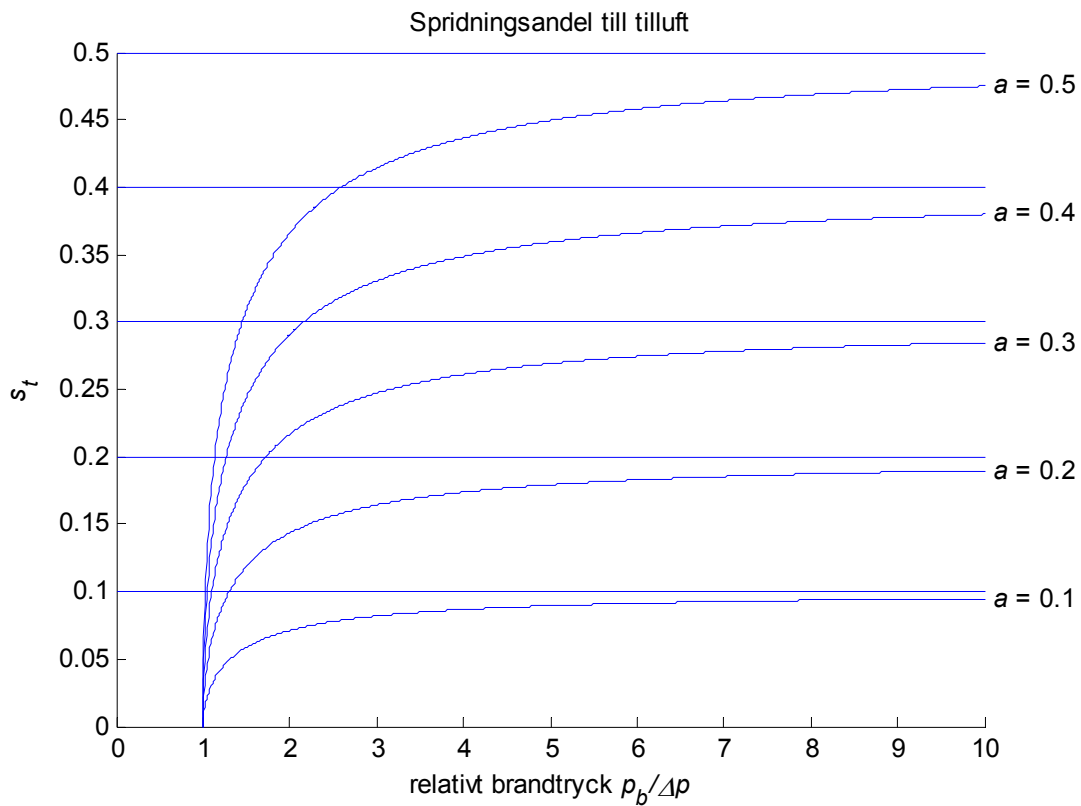
$$q_t \sim a(p_b/\Delta p - 1)^{0.5} \quad (\text{tilluft}) \quad (3.5)$$

$$q_f \sim a(p_b/\Delta p + 1)^{0.5} \quad (\text{frånluft}) \quad (3.6)$$

$$q_l \sim (1-2a)(p_b/\Delta p)^{0.5} \quad (\text{läckluft}) \quad (3.7)$$

Spridningsandelen till tilluft s_t kan nu skrivas som en funktion av det relativa brandtrycket kvoten $p_b/\Delta p$ enligt nedan och redovisas i Figur 3.3 för olika relativ läckarea a . Kurvorna visar att reduktionen jämfört med (3.4) är ganska marginell.

$$s_t = a(p_b/\Delta p - 1)^{0.5} / [a(p_b/\Delta p - 1)^{0.5} + a(p_b/\Delta p + 1)^{0.5} + (1-2a)(p_b/\Delta p)^{0.5}] \quad (3.8)$$



Figur 3.3 Spridningsandelen till tilluft s_t enligt (3.8) som en funktion av det relativa brandtrycket, kvoten $p_b/\Delta p$ för olika relativ läckarea $a = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$ och 0.5 .

Nivåkrav för FT-system

Nivåkravet kan skrivas som följer med en del av samma variabler som för doskravet tidigare utökat med fyra nya variabler enligt nedan:

$$c_k > c_s = s_s s_t s_V V c / V_s \quad (\text{ppm}) \quad (3.9)$$

där

c_k	högsta tillåtna föroreningsnivå, ppm
c_s	föroreningsnivå, ppm
s_s	tidsreduktion, -
V_s	mottagande volym, m ³

Samma antagande som tidigare att spridningen sker under en kort tid varvid föroreningsnivån ökar till sitt högsta värde och att det är fullständig omblandning i de utsatta rummen eller brandcellerna. Produkten $s_t s_V V c$ anger den överförda föroreningsvolymen som blandas ut i den spridningsutsatta volymen V_s . Nivåkravsuttrycket förutsätter att den spridda kalla volymen är liten i förhållande till den mottagande volymen. Detta ger en överskattning av det beräknade nivåvärdet. Notera att lokalens ventilation inte påverkar föroreningsnivån c_s om spridningen sker under kort tid i förhållande till ventilationens luftomsättningstid T , vilket dock kan rättas med parametern s_s enligt samband (2.6) och Figur 2.2.

Åtgärder för FT-system

De metoder som tidigare har nämnts för att minska brandgasspridningen anges nedan tillsammans med de parametrar som påverkas. Notera att alla åtta åtgärderna nedan påverkar doskravets parametrar, men endast de fyra första påverkar nivåkravets parametrar.

Ökat tryckfall över tilluftsdon	s_t	minskar
Minskat tryckfall över frånluftsdon	s_t	minskar
Tryckavlastning eller överluftsdon	s_t	minskar
Sprinkler	s_V	minskar
Fördelningslåda för tilluft	q_s	ökar
Forcerad ventilation	q_s	ökar
Överflöde stort tilluftsflöde till andra lokaler	q_s	ökar
Utrymning kort exponeringstid	s_e	minskar

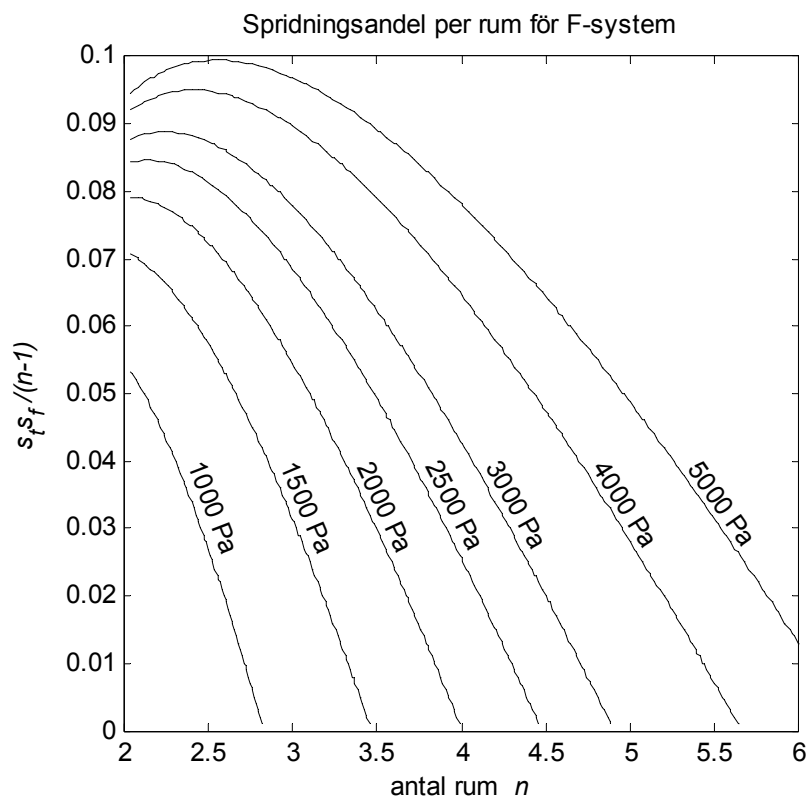
4 Metod för F-system

Dos- och nivåkrav för F-system

Risken för brandgasspridning i F-system med fläktar i drift är ytterst liten jämfört med FT-system. De två beräkningsuttrycken för FT-system och för doskrav och nivåkrav kan även tillämpas på F-system med ett mindre tillägg.

Parametern s_t som anger spridningsandelen *till* T-system för fallet FT-system skall nu tolkas och beräknas som en spridningsandel *till* ett F-system från en brandutsatt brandcell. Hela brandgasflödet som kommer in i ett F-system sprids inte till andra brandceller utan större delen kan gå direkt ut via frånluftsfläkten. De två beräkningsuttrycken för dos- och nivåkrav skall därför även utökas med en parameter s_f som anger spridningsandelen *från* ett F-system till en annan brandcell. Produkten $s_t s_f$ är den totala spridningsandelen från brandutsatt brandcell till andra brandceller.

Ett beräkningsexempel för ett F-system med gemensam samlingslåda för två till sex lika lokaler med fasadtryckfall 10 Pa, gentryckfall 90 Pa och ett gemensamt tryckfall 260 Pa inberäknat fläktkurvan. Fläktkurvans tryckstegring är 360 Pa för nollflöde, 200 Pa för normalflöde och 0 Pa för 1.5 gånger normalflöde. Isokurvor för olika brandtryck redovisas med i Figur 4.1 med antal rum n som x-axel och spridningsandel per lokal $s_t s_f / (n-1)$ som y-axel. Beräkningen är temperaturoberoende.



Figur 4.1 Brandtryck som funktion av antal rum och spridningsandel per rum för F-system.

Några kommentarer till kurvorna i Figur 4.1 är att om brandtrycket inte överstiger 1000 Pa fås ingen brandgasspridning alls för tre eller fler rum. Ett högre brandtryck på 2000 Pa ger en spridningsandel på 0.06 för tre rum, men ingen spridning för fyra eller fler rum. Spridningsandelen kan heller inte överstiga 0.08 om brandtrycket är lägre än 2000 Pa.

Notera att för F-system är *till*-spridningsandelen s_t alltid större än noll och mindre än 0.25 om gretryckfallet är 9 gånger större än större än fasadtryckfallet. *Från*-spridningsandelen s_f kan vara noll för många fall och är oftast mindre än 0.4. Detta innebär att den totala spridningsandelen kan vara mindre än 0.1 för de flesta F-system. Detta siffervärde kan vara tillräckligt lågt för att kunna uppfylla både dos- och nivåkrav. Det går också att beräkna *från*-spridningsandelen s_f på samma sätt som *till*-spridningsandelen s_t , men detta leder till en överskattning.

Åtgärder för F-system

De metoder som tidigare redovisats för FT-system med fläktar i drift för att minska brandgasspridningen gäller även för F-system med fläktar i drift med mindre ändringar och tillägg enligt nedan. Åtgärderna anges tillsammans med de parametrar som påverkas. Alla åtgärder påverkar doskravets parametrar och endast de fem första åtgärderna påverkar nivåkravets parametrar.

Ökat tryckfall över frånluftsdon	s_t	minskar
Minskat tryckfall över uteluftsdon	s_t	minskar
Tryckavlastning eller överluftsdon	s_t	minskar
Minskat gemensamt kanaltryckfall	s_f	minskar
Sprinkler	s_v	minskar
Samlingslåda för frånluft	q_s	ökar
Forcerad ventilation	q_s	ökar
Överflöde stort frånluftsflöde från andra lokaler	q_s	ökar
Utrymning kort exponeringstid	s_e	minskar

5 Principexempel för FT-system

Ett hotell med FT-ventilerade gästrum skall undersökas för ett flertal olika fall. Både dos och nivå kommer att redovisas. Alla redovisade principexempel kan givetvis tillämpas på godtyckliga lokaler. Tilluftsystemet försörjer för tio lika hotellrum via en gemensam fördelningslåda. Det totala tilluftsflödet är $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ och flödet per rum är $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$. Ventilationen antas vara i drift i samtliga fall och ventilationsflödet till övriga rum antas vara oförändrat $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ om inget annat anges.

Ett gästrums längd, bredd och höjd antas vara 6, 4 respektive 3 m, vilket ger en volym på 72 m^3 och en total omslutande yta på 108 m^2 . Detta ger en luftomsättningstid på 3600 s. Både tilluftsdon och frånluftsdon antas ha dontryckfallet 90 Pa. Detta ger en effektiv läckarea på 16 cm^2 per don om dontryckfallet jämnställs med tryckfallet för fri utströmning. Hotellrummets läckarea till omgivningen antas vara 48 cm^2 , vilket kan räknas om till ett specifikt läckage på 0.4 l/sm^2 omslutande yta. Spridningsandel för tilluft s_t kan beräknas till $0.2 (16/(16+16+48))$.

Exponeringstiden antas vara oändlig om inte annat anges.

Brandtemperaturen antas högst bli 600 K. Normal- och starttemperatur är 300 K.

En dödlig dos är både personberoende och situationsberoende och anges ofta till 30 000 ppmmin eller 1000 ppm i 30 min eller 1 000 000 ppm i 1.8 s. Dosen kan skrivas om i absoluta tal till 1.8 COs. Medelvärde för CO-halt antas vara 0.03 eller 30 000 ppm för samtliga beräkningsfall. Detta innebär också att medelvärdet ger en dödlig dos efter 1 min eller 60 s.

Fall 0 - Basfall

För basfallet gäller följande parametrar:

Tidsexponering	$s_e = 1.0$
Nivåreduktion	$s_s = 1.0$
Spridningsandel till tilluft	$s_t = 0.2$
Spridningsandel av volym	$s_V = 0.5$
Brandrumsvolym	$V = 72 \text{ m}^3$
Spridd CO-halt	$c = 0.03$
Ventilationsflöde	$q_s = 0.18 \text{ m}^3/\text{s}$
Mottagande volym	$V_s = 648 \text{ m}^3$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är två tredjedelar av den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.18 = 1.2 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000333 \text{ CO}$$

Fall 1 – Basfall med återluft

Ventilationssystemet är i drift under brand. Detta innebär att det finns en spridningsrisk mellan frånluft och tilluft. Denna spridningsrisk kan ses som återluft. Återluftsandel på grund av läckage skall vara liten för plattvärmeväxlare, något större för roterande värmeväxlare (mycket beroende på tryckförhållanden kring rotorn och underhåll och kontroll av tätningslister) och stor för felaktigt funktion hos återluftspjäll. Antag att återluftsandelen beskrivs med parametern a . Detta medför att det renande ventilationsflödet minskar med en faktor $(1-a)$. Antag att återluftsandelen a är 0.20 och för basfallet fås att:

$$\text{Ventilationsflöde} \quad q_s = 0.144 \text{ m}^3/\text{s}$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är nära den dödliga dosen på 1.8 COs. Notera att nivån inte påverkas.

$$C_s = s_e s_t s_V V_c / q_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.144 = 1.5 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V_c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000333 \text{ CO}$$

Fall 2 – Basfall med underluft till korridor

Hotellrumsdörren har en glipa mot golv med en effektiv läckarea på 80 cm^2 lika med basfallets totala läckarea. Detta halverar spridningsandelen till tilluft s_t till 0.1 ($16/(16+16+48+80)$).

$$\text{Spridningsandel till tilluft} \quad s_t = 0.1$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är en tredjedel av den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V_c / q_s = 1 \cdot 0.1 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.18 = 0.6 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V_c / V_s = 1 \cdot 0.1 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000167 \text{ CO}$$

Fall 3 – Basfall med nervarvad ventilation

Ventilationen antas vara halverad genom att fläktvarvtal har halverats för att spara energi, men donens effektiva läckareor är oförändrade. Det som skiljer mot basfallet är:

$$\text{Ventilationsflöde} \quad q_s = 0.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen ligger över den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V_c / q_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.09 = 2.4 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V_c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000333 \text{ CO}$$

Fall 4 – Basfall med nerstrykt ventilation

Ventilationen antas vara halverad genom att endast donareorna har halverats för att spara energi. Detta ändrar spridningsandelen till tilluft s_t till 0.125 ($8/(8+8+48)$). Det som skiljer mot basfallet är följande parametrar:

Spridningsandel till tilluft	$s_t = 0.125$
Ventilationsflöde	$q_s = 0.09 \text{ m}^3/\text{s}$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visa nedan. Slutsatsen är att dosen ligger nära den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.125 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.09 = 1.5 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.125 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000208 \text{ CO}$$

Fall 5 – Basfall med kort uppehållstid

Skillnaden mot basfallet är att uppehållstiden begränsas till 30 min eller halva luftomsättningstiden på 60 min. Detta ger följande skillnad mot basfallet:

Tidsexponering	$s_e = 0.4$
----------------	-------------

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen har god marginal mot den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 0.4 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.18 = 0.48 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000333 \text{ CO}$$

Fall 6 – Basfall med variabelt tilluftsdon

Tilluftsdonets effektiva läckarea är 556 mm^2 i backriktningen. Detta ger en spridningsandel till tilluft s_t på 0.08 ($5.56/(5.56+16+48)$). Skillnaden mot basfallet är endast:

Spridningsandel till tilluft	$s_t = 0.08$
------------------------------	--------------

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen har god marginal mot den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.08 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.18 = 0.48 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.08 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000133 \text{ CO}$$

Fall 7 – Basfall med variabelt frånluftsdon

Frånluftsdonets effektiva läckarea ökar från 16 cm² till 64 cm² på grund av övertrycket i brandrummet. Detta ger en spridningsandel till tilluft s_t på 0.125 (16/(16+64+48)). Skillnaden mot basfallet är endast:

$$\text{Spridningsandel till tilluft} \quad s_t = 0.125$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen har god marginal mot den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.125 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.18 = 0.75 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.125 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000208 \text{ CO}$$

Fall 8 – Basfall med forcerad ventilation

Skillnaden mot basfallet är att ventilationen forceras med en faktor 1.5, vilket ändrar:

$$\text{Ventilationsflöde} \quad q_s = 0.27 \text{ m}^3/\text{s}$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visa nedan. Slutsatsen är att dosen är mindre än hälften av den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.27 = 0.8 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000333 \text{ CO}$$

Fall 9 – Basfall med ändrade dontryckfall

Tilluftsdonets tryckfall ändras från 90 Pa till 360 Pa, vilket halverar donläckarean från 16 cm² till 8 cm². Frånluftsdonets tryckfall ändras från 90 Pa till 40 Pa, vilket ökar donläckarean från 16 cm² till 24 cm². Spridningsandel till tilluft s_t blir 0.1 (8/(8+24+48)) och skillnaden mot basfallet är endast:

$$\text{Spridningsandel till tilluft} \quad s_t = 0.1$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är en tredjedel av den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.1 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.18 = 0.6 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.1 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000167 \text{ CO}$$

Fall 10 – Basfall med tryckavlastning

Tryckavlastning sker med en effektiv läckarea om 720 cm². Detta ger en spridningsandel till tilluft s_t på 0.02 (16/(16+16+48+720)).

$$\text{Spridningsandel till tilluft} \quad s_t = 0.02$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9):

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.02 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.18 = 0.12 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.02 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000033 \text{ CO}$$

Slutsatsen är att dosen är endast en femtandedel av den dödliga dosen på 1.8 COs.

Fall 11 – Basfall med sprinkler₁

Utlöst sprinkler antas begränsa brandtemperaturen till 400 K, vilket minskar spridningsandel för brandvolymen. Skillnaden mot basfallet är endast:

$$\text{Spridningsandel av volym} \quad s_V = 0.25$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visa nedan. Slutsatsen är att dosen är en tredjedel av den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.25 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.18 = 0.6 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.25 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000167 \text{ CO}$$

Fall 12 – Basfall med sprinkler₂

En detaljerad analys av brandförloppet anger att spridning sker över 400 K och upphör när sprinklersystemet löser ut vid 500 K. Medelnivån för CO-halten är 0.05 under spridningsförloppet. Skillnaden mot basfallet är:

$$\begin{array}{ll} \text{Spridningsandel av volym} & s_V = 0.15 \\ \text{Medelnivå CO-halt} & c = 0.05 \text{ CO} \end{array}$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är en tredjedel av den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.15 \cdot 72 \cdot 0.05 / 0.18 = 0.6 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.15 \cdot 72 \cdot 0.05 / 648 = 0.000167 \text{ CO}$$

Fall 13 – Luftläckage till annat hotellrum

Skillnaden mot basfallet är att spridning sker genom läckage till ett annat lika stort och lika ventilerat hotellrum, vilket ventileras med ett annat ventilationssystem. Läckage sker med en effektiv läckarea om 3.2 cm^2 mellan de två intilliggande hotellrummen. Detta ger en spridningsandel till annat hotellrum s_t på 0.04 ($3.2/(16+16+48)$). Notera att den totala effektiva läckagearean för ett hotellrum är 48 cm^2 .

Spridningsandel till annat rum	$s_t = 0.04$
Ventilationsflöde	$q_s = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$
Mottagande volym	$V_s = 72 \text{ m}^3$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är något högre än den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.04 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.02 = 2.16 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.04 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 72 = 0.000600 \text{ CO}$$

Om läckaget sker till ett hotellrum som ventileras med det barndutsatta FT-systemet kan dos och nivå adderas för fall 1 och fall 13, vilket blir dosen 3.36 COs och 933 ppmCO.

Fall 14 – Luftläckage till annat hotellrum - backspjäll

Som fall 13, men brandrummet är försett med backspjäll på tilluften. Detta ökar spridningsandelen till annan hotellrum något s_t på 0.05 ($3.2/(16+48)$). Notera att den totala effektiva läckagearean för ett hotellrum är 48 cm^2 .

Spridningsandel till annat rum	$s_t = 0.05$
Ventilationsflöde	$q_s = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$
Mottagande volym	$V_s = 72 \text{ m}^3$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är 1.5 gånger den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.05 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.02 = 2.70 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.05 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 72 = 0.000750 \text{ CO}$$

Fall 15 – Luftläckage till annat hotellrum - brandgasspjäll

Som fall 13, men brandrummet är försett med brandgasspjäll både tilluft och frånluft. Detta ökar spridningsandelen till annat hotellrum något s_t på 0.067 (3.2/48). Notera att den totala effektiva läckagearean för ett hotellrum är 48 cm².

Spridningsandel till annat rum	$s_t = 0.067$
Ventilationsflöde	$q_s = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$
Mottagande volym	$V_s = 72 \text{ m}^3$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är tre gånger den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.067 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.02 = 3.60 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.067 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 72 = 0.001000 \text{ CO}$$

Fall 16 – Luftläckage till korridor

Spridning sker som för fall 2 med underluft till korridoren med längd 30 m, bredd 2 m och höjd 3 m. Korridorens ventilationsflöde 30 l/s eller 0.5 l/sm² golvyta. Korridorens luftomsättningstid är 6000 s eller 100 min. Läckage sker med en effektiv läckarea om 80 cm². Detta ger en spridningsandel till korridor s_t på 0.5 (80/(16+16+48+80)).

Spridningsandel till korridor	$s_t = 0.5$
Ventilationsflöde	$q_s = 0.030 \text{ m}^3/\text{s}$
Mottagande volym	$V_s = 180 \text{ m}^3$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.03 = 18.0 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 180 = 0.003000 \text{ CO}$$

Slutsatsen är att dosen är tio gånger den dödliga dosen på 1.8 COs. Ett påpekande är dock att underluften till korridoren är förhållandevis oförorenad, eftersom den tas i golvnivå från brandrummet. Uppehållstiden är inte oändlig. Nivåvärdet på 3000 ppm visar på att en dödlig uppehållstid är något större än tio minuter.

Fall 17 – Basfall med stoppad ventilation

Den normala ventilationen stoppas efter det att spridning skett. Ventilationsflödet för övriga rum minskar från 0.18 m³/s till 0.03 m³/s med enbart självdrag och vindpåverkan via olika läckage. Ändrad parameter är:

$$\text{Ventilationsflöde} \qquad q_s = 0.030 \text{ m}^3/\text{s}$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är fyra gånger den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.03 = 7.2 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 648 = 0.000333 \text{ CO}$$

Fall 18 – Basfall utan fördelningslåda och stängd frånluft

Som fall 1 och frånluften spjällas bort i brandrummet med ett brandgasspjäll, medan brandgasspjället i tilluft inte stänger på grund av funktionsfel. All spridning antas nå ett annat rum. Detta ändrar spridningsandelen till tilluft s_t till 0.25 (16/(16+48)). Ändrade parametrar är:

$$\begin{array}{ll} \text{Spridningsandel tilluft} & s_t = 0.25 \\ \text{Ventilationsflöde} & q_s = 0.02 \text{ m}^3/\text{s} \\ \text{Mottagande volym} & V_s = 72 \text{ m}^3 \end{array}$$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är 7.5 gånger den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.25 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.02 = 13.5 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.25 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 72 = 0.003750 \text{ CO}$$

Fall 19 – Basfall utan fördelningslåda och stängd tilluft

Som fall 1 och tilluften spjällas bort i brandrummet med ett variabelt tilluftsdon. Den effektiva läckagearean sätts till 1 cm^2 . All spridning antas nå ett annat rum. Detta ändrar spridningsandelen till tilluft s_t till 0.015 ($1/(1+16+48)$). Ändrad parameter är:

Spridningsandel tilluft	$s_t = 0.015$
Ventilationsflöde	$q_s = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$
Mottagande volym	$V_s = 72 \text{ m}^3$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är mindre än halva den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.015 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.02 = 0.83 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.015 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 72 = 0.000231 \text{ CO}$$

Fall 20-25 – Basfall med spridning till 1, 2, 3, 4, 5 och 15 rum

Detta fall avser spridning till endast ett annat hotellrum, vilket är värsta fallet ytterst i ett grenat kanalsystem utan fördelningslåda. Följande gäller för de ingående parametrarna:

Ventilationsflöde	$q_s = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$
Mottagande volym	$V_s = 72 \text{ m}^3$

Beräknad CO-dos och CO-nivå enligt (3.1) och (3.9) visas nedan. Slutsatsen är att dosen är sex gånger den dödliga dosen på 1.8 COs.

$$C_s = s_e s_t s_V V c / q_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 0.02 = 10.8 \text{ COs}$$

$$c_s = s_s s_t s_V V c / V_s = 1 \cdot 0.2 \cdot 0.5 \cdot 72 \cdot 0.03 / 72 = 0.003000 \text{ CO}$$

De övriga fallens dos- och nivåvärden med spridning till 2, 3, 4, 5 och 15 rum fås genom division av dos- och nivåvärde för spridning till ett rum enligt ovan med motsvarande tal. Resultatet redovisas i Tabell 5.1.

Sammanställning och slutkommentar

De tjugofem fallen har sammanställts i Tabell 5.1 nedan. Parametrar som skiljer sig från basfallet markeras med fetstil. De olika exemplen är bara beräkningsexempel och skall inte ses som några godtagbara lösningar. Notera att basfallet har en fördelningslåda, som försörjer för tio gästrum, vilket innebär spridning till nio rum. Fall 20-25 behandlar spridning till olika antal rum, vilket kan tolkas både som ett T-system med eller utan fördelningslåda. Värsta fallet utan fördelningslåda är alltid ytterst i ett T-system där spridning endast sker till ett annat rum.

Medelföroreningsnivån är genomgående 0.03 eller 30 000 ppmCO med undantag för fall 12 med värdet 0.05 CO. Fullständig omblandning har antagits. Detta innebär att effekten av golvplacerade tilluftsdon inte har beaktats.

Fall 1-10 visar hur dos och nivå kan påverkas genom att minska spridningsandelen för tilluft. Fall 13, 14 och 15 med läckage mellan hotellrum visar att CO-dosen kan bli betydlig även med små läckareor mellan två hotellrum. Fall 0 och 20-25 visar betydelse av utspädning för att begränsa dos och nivå.

Tabell 5.1 Dos och nivå för olika tillämpningsexempel

nr	fall	s_e -	s_t -	s_v -	q_s m ³ /s	V_s m ³	C_s COs	c_s ppmCO
0	basfall	1.0	0.20	0.50	0.18	648	1.20	333
1	basfall med återluft	1.0	0.20	0.50	0.144	648	1.50	333
2	underluft till korridor	1.0	0.10	0.50	0.18	648	0.60	167
3	nervarvad ventilation	1.0	0.20	0.50	0.09	648	2.40	333
4	nerstrykt ventilation	1.0	0.125	0.50	0.09	648	1.50	208
5	kort uppehållstid	0.4	0.20	0.50	0.18	648	0.48	333
6	variabelt tilluftsdon	1.0	0.08	0.50	0.18	648	0.48	133
7	variabelt frånluftsdon	1.0	0.125	0.50	0.18	648	0.75	208
8	forcerad ventilation	1.0	0.20	0.50	0.27	648	0.80	333
9	ändrade dontryckfall	1.0	0.10	0.50	0.18	648	0.60	167
10	tryckavlastning	1.0	0.02	0.50	0.18	648	0.12	33
11	sprinklat ₁	1.0	0.20	0.25	0.18	648	0.60	167
12	sprinklat ₂ (CO-halt 0.05 CO)	1.0	0.20	0.15	0.18	648	0.60	167
13	luftläckage – hotellrum	1.0	0.04	0.50	0.02	72	2.16	600
14	luftläckage – hotellrum och backspjäll	1.0	0.05	0.50	0.02	72	2.70	750
15	luftläckage – hotellrum och brandgasspjäll	1.0	0.067	0.50	0.02	72	3.60	1000
16	luftläckage – korridor	1.0	0.50	0.50	0.03	180	18.00	3000
17	stoppad ventilation	1.0	0.20	0.50	0.03	648	7.20	333
18	utan fördelningslåda och stängd frånluft	1.0	0.25	0.50	0.02	72	13.50	3750
19	utan fördelningslåda och stängd tilluft	1.0	0.015	0.50	0.02	72	0.83	231
20	spridning till ett rum	1.0	0.20	0.50	0.02	72	10.80	3000
21	spridning till två rum	1.0	0.20	0.50	0.04	144	5.40	1500
22	spridning till tre rum	1.0	0.20	0.50	0.06	216	3.60	1000
23	spridning till fyra rum	1.0	0.20	0.50	0.08	288	2.70	750
24	spridning till fem rum	1.0	0.20	0.50	0.10	360	2.16	600
25	spridning till femton rum	1.0	0.20	0.50	0.30	1080	0.72	200

6 Forskningsuppgifter och förväntat resultat

Forskningsuppgifterna kan beskrivas med följande uppräkningslista av olika ingående variabler för metodens två beräkningsuttryck och med en bedömning om siffervärdet och arbetsinsatsen:

variabel	värde	arbetsinsats
C_k funktionskrav för dos	säker	måttlig
c_k funktionskrav för nivå	säker	måttlig
c medelföroreningsnivå	osäker	stor
s_e tidsexponering	säker	liten
s_s brandförlopp	osäker	liten
s_f frånluftskanalssystem	säker	måttlig
s_l tilluftsdon	säker	liten
s_l frånluftsdon	säker	liten
s_l yttre läckage	osäker	stor
s_l inre läckage	osäker	stor
s_V brandförlopp	osäker	stor
s_V sprinkler	osäker	måttlig
V brandrumsvolym	säker	ingen
q_s spridningsutsatt flöde	säker	ingen
V_s spridningsutsatt volym	säker	ingen

Spridningsandelsparametern s_l som ingår i både doskravet och i nivåkravet påverkas till stor del av det inre och yttre läckaget. Mer data på lufttätet särskilt för brandceller är därför önskvärt. Det pågår en forskningssatsning mellan Chalmers och SP på området lufttätet. Här kan det finnas bra uppgifter på lufttätet.

En del av forskningsarbetet är att söka efter befintliga provtryckningar och att granska och sammanställa dessa särskilt med inriktning på brandcellers lufttätet. Normala provtryckningar sker sällan med tryckskillnader större än 60 Pa. Brandgasspridningen via ventilationssystem i drift sker i regel vid högre brandtryck än 60 Pa. Täthet vid höga tryckskillnader är därför särskilt intressant när det gäller brandgasspridning. Detta kräver en del kompletterande provtryckningar med höga tryckskillnader för vanliga fall för vilket det inte finns tillräckligt med mätdata. Detta gäller särskilt inre läckage mellan olika brandceller.

En enkel efterkontroll av den antagna lufttäteten för en FT-ventilerad lokal kan vara att genomföra en förenklad provtryckning genom att utnyttja det befintliga ventilationssystemet. Lokalens övertryck till omgivningen utåt och inåt, tilluftsflöde och frånluftsflöde mäts för fyra fall med normal drift, avstängd tilluft, avstängd frånluft och avstängd tilluft och frånluft. Lufttäteten skattats med dessa fyra mätfall.

En forskningsuppgift är att bestämma några enkla säkra uppskattningar av *från*-spridningsandel s_f utgående från frånluftskanalssystemets egenskaper och höga brandtryck. Fall med spridningsandel noll innebär att beräkningsuttryck för både doskrav och nivåkrav behöver inte tillämpas. Detta är schablonisering och genomräkning av de beräkningsmetoder som finns för att beräkna brandgasspridning i F-system. Uppgifter om grenflöde, totalflöde, grentryckfall, totaltryckfall och högsta brandtryck räknas om till relativt grenflöde, relativt grentryckfall, och relativt brandtryck. Dessa tre relativa värden används för avläsning av spridningsandelen s_f i lämpliga diagram eller tabeller. Samma diagram eller tabeller kan användas för att bestämma vilket grentryckfall som krävs för att brandgasspridning inte skall ske.

Förväntat resultat är att dimensionering av skydd mot brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem med fläktar i drift är att nuvarande krav med rådstexter *förhindra* eller *avsevärt försvåra* kompletteras med funktionskrav mot brandgasspridning för både FT- och F-system med fläktar i drift med avseende på personsäkerhet. Funktionskravet delas upp i ett doskrav och i ett nivåkrav. Metodiken kan även tillämpas på andra krav som säker utrymning, ostörd processfunktion och begränsad egendomsskada.

En förbättring är att funktionskrav mot brandgasspridning innebär en kvantifiering av den nuvarande *avsevärt försvåra* brandgasspridning. En annan förbättring är beräkningsarbetet förenklas med de enkla uttrycken för både dos- och nivåkrav jämfört med beräkning av brandgasspridning för hela systemet, brand, byggnad och ventilationssystem.

Den föreslagna metodiken kan även användas för annan brandgasspridning inom en byggnad via otätheter mellan olika rum eller lokaler.

Den föreslagna metodiken kan leda till olika kostnadsbesparingar för projektering och konstruktion. Resultatet kan också i en del fall innebära att det inte krävs några särskilda åtgärder alls för att få ett skydd mot brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem.